

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-329896

(P2002-329896A)

(43) 公開日 平成14年11月15日 (2002. 11. 15)

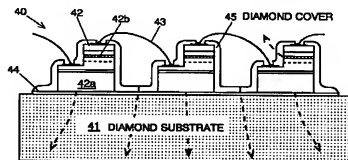
(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 3 K 0 1 4
			C 5 F 0 4 1
F 2 1 S 2/00		F 2 1 V 29/00	A
8/04		F 2 1 Y 101:02	
F 2 1 V 29/00		F 2 1 S 1/02	G
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			
(21) 出願番号	特願2001-135117(P2001-135117)	(71) 出願人	899000046 関西ディー・エル・オー株式会社 京都府京都市下京区中堂寺薬田町93番地
(22) 出願日	平成13年5月2日(2001.5.2)	(72) 発明者	島田 順一 京都府京都市山科区小山中の川町31-3
		(74) 代理人	100095670 弁理士 小林 良平 (外1名)
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 LED面発光装置

(57) 【要約】

【課題】 LEDから発生する熱を適切に放出して、常時安定的に大光量で発光することのできるLED発光装置を提供する。

【解決手段】 発光ダイオードチップ42をダイヤモンド基板41上に載置する。なお、基板41をダイヤモンドとする代わりに、或いはダイヤモンド基板に加えて、それらの上部をダイヤモンドカバー45で覆うようにしても同様の効果が得られる。ダイヤモンドは電氣的に絶縁体でありながら熱伝導率が非常に良好であるという特長を有する。このため、大きなLEDチップ42を載置しても、或いは多数のLEDチップ42を高密度に配置しても、そこから発生する熱は基板41又は上部を覆うダイヤモンドカバー45により速やかに放散し、LEDチップ42の温度が過度に上昇することがない。これにより、LEDチップ42の発光効率が良好に維持されるとともに、LEDチップ42の経時劣化も防ぐことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイヤモンド基板上に発光ダイオードチップを載置したことを特徴とするLED面発光装置。

【請求項2】 基板及び発光ダイオードチップの上部をダイヤモンド又はダイヤモンドライクカーボンで覆ったことを特徴とするLED面発光装置。

【請求項3】 LED基板上に複数の発光ダイオードチップを載置したことを特徴とする請求項1又は2に記載のLED面発光装置。

【請求項4】 上記基板と発光ダイオードチップの間の接着層にインジウムを用いたことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のLED面発光装置。

【請求項5】 発光ダイオードが窒化ガリウム系発光ダイオードであることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のLED面発光装置。

【請求項6】 ダイヤモンド基板上に給電線を載置し、該給電線に電極が接触するように発光ダイオードチップを載置した後、該発光ダイオードチップの基板を削除することを特徴とするLED面発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオード(LED)チップを用いた発光装置、特に、複数のLEDチップを基板上に載置した面発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】青色発光可能な窒化ガリウム系LED(GaN-LED)の開発により、照明装置としてのLEDの使用が注目されつつある。照明装置としてみた場合、白熱電球や蛍光灯等の従来の照明装置と比較すると窒化ガリウム系LEDは、(a)素子寿命が実用上無限に近く長い、(b)エネルギー効率がよく、熱放出が少ない、(c)光度が高い、(d)調光性に優れている(任意の色合いを出すことができる)、(e)素子単体が非常に小さいため、任意の形状に実装することが可能である、等多数の特長を持つ。

【0003】窒化ガリウム系LEDチップ10は図1に示すように、基本的にはサファイア等の基板11上、In_xGa_{1-x}N活性層(発光層)14を挟んでn-GaN負極層13とp-GaN正極層16を積層した構造を有する。なお、活性層14とp-GaN層16の間に、n-GaN層13からの電子のオーバーフローを抑えるため、p-Al_xGa_{1-x}N層15(yは通常0.2程度)を設けることが多い。なお、基板11としてはサファイアの他に、導電性基板材料であるSiC(n型半導体)やGaN(n型半導体)が用いられることもある。

【0004】このLEDチップ10自体は上記(e)に挙げたように非常に小さく、約0.3mm角程度でしかない。しかし、それに電力を供給するためには適当なリード線と接続する必要がある。そのため、現在使われているLED20は図2に示すように、取り扱いが可能な程度の大きさである約1～5mm程度の透明樹脂或いはガラス21に封入

されている(これを単体LEDユニットと呼ぶ)。封入部21の頂部は略半球状となっており、LEDチップ10からの光を所定の範囲に収束するレンズの作用を果たす。また、1対のピン22がその反対側に固定され、それらは内部においてLEDチップ10の両極に接続されている。なお、青色LEDから白色光を得る場合は、青色LEDチップ10の表面に黄色蛍光体を覆う。

【0005】現在、窒化ガリウム系LEDチップは、数cm～10数cm(数インチ)の大きさの基板上に窒化ガリウム系半導体からなる多層構造を有機金属気相成長法や分子線エピタキシー法によってヘテロエピタキシャル成長することにより作製されており、成長後0.3ミリ程度に切り分けられ、n型及びp型伝導層に電極を形成してLEDチップにマウントされている。各LEDチップの発光効率、発光波長等の特性は成長層の結晶性や組成不均一等によってばらついているので、通常、LEDチップ作製後にこれら諸特性を測定した後、各グレードへの仕分け作業を行っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】大光量を得るために、図2に示すような単体LEDユニット20を多数2次元的に配列して面発光装置を構成することは、既にLED照明パネルとして広く用いられている。

【0007】しかし、上記の通りLEDチップ10自体の大きさや0.3mm角程度であるのに対し、それを封入した単体LEDユニット20はその100倍程の面積をもつため、それを配列した面発光装置の集積度はかなり低いものとなる。そのため、上記(c)の光度が高いという特長を生かすことができず、発光装置自体が嵩高く且つ重いものとなってしまう。

【0008】複数のLEDチップを2次元的又は1次元的に密に配設しようとする場合に問題となるのは、それらに対する電力の供給と、それから発生する熱の放出である。

【0009】両問題は密接に関連する。すなわち、LEDをON/OFF表示等の信号ではなく照明として使用する場合、各LEDチップの電力消費量自体も大きくなる上、それを複数個使用する場合には全体としての電力消費量も相当なものとなる。具体的には、現在一般に使用されている白熱電球や蛍光灯の消費電力である数十～百W以上となる。基板の表面に多数のLEDチップを高集積度で配設しようとした場合、従来の技術では基板表面にフォトリソグラフィや印刷等で薄い金属膜を設けることとなるが、そのような基板上の薄い金属膜配線では先述の大きな電力を供給することは不可能である。

【0010】また、そのような大電力を消費するということは、その相当部分のエネルギーが熱として放出されることを意味する。現在のLEDの発光効率は最大でも青色LEDで15%、赤色LEDで50%程度であるため、LED発光装置の大きさを数～数十mm角とすると、それだけの面積

10

20

30

40

50

から数十W以上の熱が発生することとなる。従って、適切な放熱対策を考慮すること無しには、LED発光装置を実用化することはできない。

【0011】本発明はこれらの課題のうち放熱に関する課題を解決するために成されたものであり、その目的はLEDから発生する熱を適切に放出して、常時安定的に大光量で発光することのできるLED発光装置を提供することにある。

【0012】また、前記の窒化ガリウム系LEDチップの実用化に関しては、次のような問題がある。LEDチップからの発光強度を高め、パワー照明への用途を高めるためには、発光体の表面積を大きくすればよいので、LEDチップの大きさを大きくすればよい。例えば、3ミリのLEDを用いれば、発光強度は0.3ミリのLEDの約100倍大きくできるものと期待される。しかしながら、前述したように0.3ミリ程度のLEDチップでも特性のばらつきのために歩留まりが問題となっており、チップサイズを大きくしてしまうと所望の特性（発光波長、効率、面内均一性）を持ったチップの数は著しく減少してしまうため、経済性の面から現実的ではない。従って、高効率な所望の発光スペクトル特性を有するグレードの0.3ミリ角LEDを多数用意し、それを密に実装する方が優れている。しかも、発光スペクトルの異なる複数の種類のLEDを実装することで、目的に応じたスペクトル分布を有するLED白色パワー照明を実現することができる。この場合、各LED間の電気的接続や放熱性が重要な要件となる。

【0013】本発明は、この窒化ガリウム系LEDチップの実用化に関する問題に対しても、適切な解決手段を与えるものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために成された本発明に係るLED面発光装置は、発光ダイオードチップをダイヤモンド基板上に載置したことを特徴とする。なお、基板をダイヤモンドとする代わりに、或いはダイヤモンド基板に加えて、それらの上部をダイヤモンド又はダイヤモンドライクカーボンで覆うようにしても同様の効果が得られる。

【0015】

【発明の実態の形態及び効果】ダイヤモンドは電気的に絶縁体でありながら熱伝導率が非常に良好であるという特長を有する。具体的には、サファイアや石英の熱伝導率が0.1〜0.2W/cmK、SiC、GaN、AlNのそれが1.3〜3W/cmKであるのに対し、ダイヤモンドの熱伝導率は20W/cmK（いずれも298Kにおいて）と、1桁から2桁高い。このため、大きなLEDチップを載置しても、或いは多数のLEDチップを高密度に配置しても、そこから発生する熱は基板又は上部を覆うダイヤモンドカバーにより速やかに放散し、LEDチップの温度が過度に上昇することがない。これにより、LEDチップの発光効率が良好に維持される

とともに、LEDチップの経時劣化も防ぐことができる。

【0016】本発明は、載置するLEDチップが1個の場合でも、そのLEDチップの消費電力が大きい場合には十分な効果を奏するが、ダイヤモンド基板上に複数の発光ダイオードを載置したときに、その効果はより顕著なものとなる。

【0017】前述の通り、窒化ガリウム系LEDを大きな照明装置として実用化する際には放熱の問題が大きな妨げとなっていたが、本発明に係る照明装置はその実用化に目処をつけるものとなっている。

【0018】基板及び/又は上部カバーによる伝熱を補助し、LEDチップからの放熱を更に促進するために、基板上に設ける給電用の配線の材料には、銀、銅、金、プラチナ等の熱伝導率の良好な金属を用いることが望ましい。

【0019】このように、本発明に係るLED面発光装置ではLEDチップを高密度で実装することができるため、コンパクト且つ軽量の発光装置・照明装置として利用することができる。このため、例えばゴーグルや眼鏡等の、常時或いは長時間身体に装着することのできる作業用（手術用、夜間走行用、夜間作業用、洞窟内作業用等）、レジャー用（夜釣り用等）照明装置としての使用に適したものとなる。また、コンパクトであるという長所を活かした利用としては、液晶プロジェクタ用光源や自動車等のヘッドライト等が考えられる。

【0020】

【実施例】本発明の第1の実施例を図3に示す。本実施例のLED面発光装置30は、ダイヤモンド基板31上に多数のLEDチップ32を2次元的に配列したものである。隣接するLEDチップ32の各電極パッドはリード線33により接続される。図3（b）に示すように、LEDチップ32で発生した熱（HEAT）は接着層34を介してダイヤモンド基板31に伝達され、ダイヤモンド基板31の底面又は側面から外部に放出される。これにより、LEDチップ32の過度の温度上昇が防止され、LEDチップ22は安定した発光を継続することができるとともに、その経時劣化が確実に防止される。

【0021】ダイヤモンド基板31とLEDチップ32の間の接着層34は、LEDチップ32からダイヤモンド基板31への伝熱を確実にしかも高効率で行う必要がある。従って、接着層34としてはダイヤモンドとLEDチップ32の基板であるサファイア32aの双方に親和性の良い、しかも熱伝導率の良い金属を使用することが望ましい。そのような金属の例としては、インジウム、金、スズ等を挙げることができる。インジウム等の金属を接着層34として用いる場合、その具体的方法は次の通りである。まず、ダイヤモンド基板31上に接着層金属を薄く（0.数〜数μm）蒸着し、その上にLEDチップ32を載せて200℃程度に加熱する。これによりインジウムは溶融し、ダイヤモンド基板31とLEDチップ32の

サファイア基板32aが高熱伝達率で接着される。

【0022】なお、LEDチップ32が基板32aとしてサファイアではなくSiC (n型半導体) やGaN (n型半導体) 等の導電性材料を使用する場合も、基本的には上記と同じ構成とすることができる。この場合、導電性セラミックはサファイアよりも遙かに熱伝導率が良いため、放熱効果をより高めることができ、LEDチップ32の実装密度を高めることができる。

【0023】本発明の第2実施例を図4に示す。本実施例のLED面発光装置40は、上記第1実施例と同様の構造を持つ上に、基板41上に載置された全てのLEDチップ42をダイヤモンド (多結晶ダイヤモンド又はダイヤモンドライクカーボン) のカバー45で覆ったものである。

【0024】LEDチップ42において熱が発生するのは、主にその活性層42bからである。従って、本実施例のようにLEDチップ42全体を熱伝導率の良いダイヤモンドカバー45で覆うことにより、活性層42bで発生した熱は直接ダイヤモンドカバー45に吸収され、ダイヤモンドカバー45から外部へ、及びダイヤモンドカバー45から接着層44を介してダイヤモンド基板41に伝達され、外部に放出される。これにより、より高い放熱効果が得られ、LEDチップ42をより高密度で実装することができるようになる。

【0025】図4では、ダイヤモンドカバー45に穴を開けてリード線を各LEDチップ42の電極パッドに直接接続しているが、電極パッド上に予め、導電率・熱伝導率とも高い銅のブロックを置き、その上からダイヤモンドカバー45で覆った後にそこに穴を開け、リード線を接続してもよい。或いは、各LEDチップ42の電極パッドの上の部分のダイヤモンドカバー45のみ、導電性を有するホウ素ドープダイヤモンドとすることもできる。

【0026】本発明の第3実施例を図5に示す。本実施例のLED面発光装置50は、LEDチップ52間を接続する給電配線53をダイヤモンド基板51上に設けたものである。そのため、図5(a)に示すようにLEDチップは上記実施例とは逆に、電極パッド52cが下側となるように基板51上に載置する。なお、LEDチップ52の電極パッド52cと給電配線53との間には、上記同様の接着層54を設ける。

【0027】なお、この実施例においても、第2実施例と同様にLEDチップ52全体をダイヤモンド (多結晶ダイヤモンド又はダイヤモンドライクカーボン) のカバーで覆うようにしてもよい (図示せず)。この場合、さらに、上側となっているLEDチップ52のサファイア基板52aをレーザ等で削除 (リフトオフ) した後にダイヤモンドカバーで覆うようにすれば、放熱効果をより高めることができる。

【0028】ダイヤモンド基板31、41、51或いはダイヤモンドカバー45としては、熱伝導率の点からは

単結晶が望ましいが、コストを重視する場合には多結晶でも構わない。いずれにせよ、その熱伝導率は20W/cmK程度と、SiC、GaN、AlN等の導電性セラミックのそれと比較しても1桁高い。カバー45については、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) でもよい。

【0029】ダイヤモンド基板31、41、51やダイヤモンドカバー45は、CVDにより、800℃前後で水素やメタンなどの炭化水素ガスを放電させることにより成長させることができる。なお、窒化物半導体LEDの成長温度は約1000℃であるため、ダイヤモンドカバー45の生成は問題なく行うことができる。ダイヤモンドライクカーボン (DLC) の場合は、炭化水素ガスを常圧で反応室に導入し、基板温度を数十℃程度に保持してアーク放電により成膜する。その他に、イオンビーム堆積法を用いることもできる。

【0030】本発明の第4実施例を図6に示す。本実施例のLED面発光装置60は、SiC (n型半導体) 、GaN (n型半導体) 等の導電性基板を用いたLEDチップ61を縦横に配置し、その上下をダイヤモンド基板62で挟んだものである。熱は上下のダイヤモンド基板62から放散するため、より高い放熱効果が得られる。なお、配線63は図6(b)に示すように上下のダイヤモンド基板62の表面に配置してもよいが、LEDチップ61からの発光をできるだけ妨げないように、一方を透明電極とするか、又は図5(b)のように電極面を一方に揃えるようにするともよい。

【0031】以上、いずれの実施例の場合でも、LED面発光装置30、40、50はLEDチップ32、42、52で発生した熱を外部に放出させる手段を持ため、隣接LEDチップ32、42、52間の隙間d、d' (図3(a)) を、LEDチップ32、42、52の大きさと同程度の、3~1mmまで狭くすることができる。従来の単体LEDユニット20 (図2) ではこのような高密度の配列は不可能であったが、本発明に係るLED面発光装置では多数のLEDチップ32、42、52の高密度配置により、極めて高輝度の光源とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 窒化ガリウム系LEDチップの概略構成図。

【図2】 砲弾型単体LEDユニットの構成図。

【図3】 本発明の第1の実施例であるLED発光装置の平面図(a)及び断面図(b)。

【図4】 本発明の第2の実施例であるダイヤモンドカバー付LED発光装置の概略構成図。

【図5】 本発明の第3の実施例である基板配線形LED発光装置の平面図(a)及び拡大断面図(b)。

【図6】 本発明の第4の実施例であるサンドイッチ形LED発光装置の平面図(a)及び断面図(b)。

【符号の説明】

30、40、50、60…LED面発光装置
31、41、51、61…ダイヤモンド基板

3 2、4 2、5 2、6 2…LEDチップ

3 2 a、4 2 a、5 2 a…LEDチップのサファイア基板

4 2 b…LEDチップの活性層

5 2 c…LEDチップの電極パッド

3 3…リード線

* 3 4、4 4、5 4…接着層

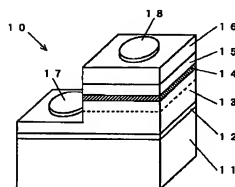
4 5…ダイヤモンドカバー

5 3…給電配線

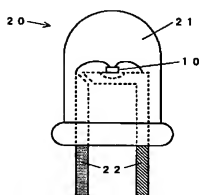
5 4…接着層

*

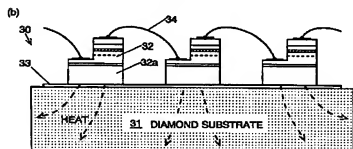
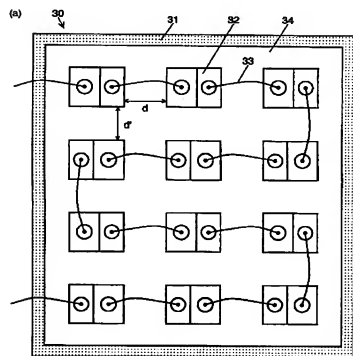
【図1】



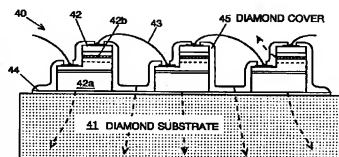
【図2】



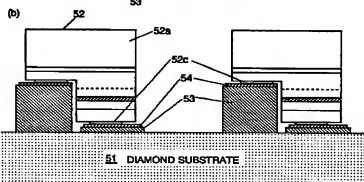
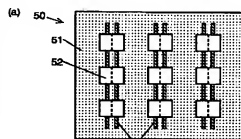
【図3】



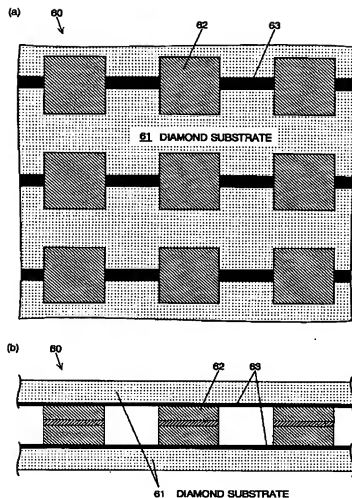
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
// F 2 1 Y 101:02

識別記号

F I
F 2 1 S 1/00

テーマコード' (参考)
E

(72) 発明者 川上 義一
滋賀県草津市下笠町665-6
(72) 発明者 藤田 茂夫
京都府京都市伏見区桃山町島津47-35
(72) 発明者 森 勇介
大阪府交野市私市 8-16-9

(72) 発明者 佐々木 孝友
大阪府吹田市山田西 2-8 A 9-310
F ターム (参考) 3K014 LA01 LB02
5F041 AA04 AA22 AA33 CA04 CA12
CA40 DA04 DA07 DA13 DA19
DA34 DA82 DA92 DB08 FF06
FF11